DX 系列中波广播发射机 DRM 数字化改造总结

摘　要：尝试通过使用 DRM 适配板的方式，把 DX 系列模拟中波广播发射机方便地改造为 DRM 数字调制发射机。该适配板可通过简单的拨动开关实现两种调制方式的切换，既可实现原发射机的模拟调制功能又增加了数字调制功能。

关键词：DAM 中波发射机；DRM 数字调幅广播；改造
中图分类号：TN83　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2018）04-045-02　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2018.04.014

文 / 梁雪

随着科技的发展，人们对广播质量的要求也相应地提高了。但在传统的中短波频段广播中，由于中短波信道变化复杂、受干扰严重，且采用模拟调幅调制，致使目前中短波广播的质量远远低于人们的收听要求，传统的模拟调幅广播（AM）已经不能满足人们的要求，收听的人群越来越少。

通过对传统模拟广播发射机工作原理，以及对 DRM 信号特点进行分析，可知现有中波广播发射机能否满足 DRM 改造要求，决定于承担单独 DRM 载波的能力及在固定分配的带宽内承载数字码流的能力，实现 DRM 广播。被改造的发射机要满足条件，包括噪声、群时延和带宽和能适应带宽要求的匹配网络。

为实现 DRM 数字化调幅广播的技术改造，传统模拟 AM 广播发射系统需要对音频前端进行数字化改造，即增加 DRM 编码 / 调制器，和对发射机设备结构改造。DRM 编码调制器产生的 DRM 基带信号为 I/Q 分量信号，以及通过 I/Q 分量信号计算得到的包络信号。其幅度变化分量送到现有模拟 AM 发射机的调制通道；I/Q 分量信号通过 RF 频率合成器并变换为 RF 相位分量（Φ），送到现有 AM 发射机激励通道。I/Q 信号为数字信号，在频率合成器中进行相位计算，并对直接数字频率合成器（DDS）产生的射频载波信号进行相位调制，相位调制的射频载波馈入发射机、代替发射机激励器产生的等幅载波，包络信号馈入发射机音频输入端口，利用发射机的调幅功能实现对调相载波的幅度调制。然后将放大后的包络信号和相位信号送到混频电路中进行棍频，实现 DRM 信号的功率放大与调制。这种方式充分利用了 AM 发射机的现有电路和设备。

1. 传统模拟广播发射机进行 DRM 数字化改造中的问题

1.1 音频通道信号与相位通道信号的时延控制问题

传统模拟调幅发射机的数字化改造，需要将信道编码调制器输出的数字基带信号分别输入到发射机音频通道和相位通道，即一路输入包络信息，一路输入相位信息。由于两路信号所经过的信号处理路径和步骤不同，因此到达发射机混频管进行信号合成时会存在延时误差，这个延时误差会严重影响 DRM 广播信号的传输发射。

1.2 数字射频激励调制器

在传统模拟调幅发射机上实现数字 DRM 信号的发射，需要将信道编码调制器输出的数字基带信号调制到发射机实际工作的射频频率上，要实现该功能就必须采用 DRM 数字射频激励调制器替代载波发生器。

1.3 音频通道数字信号处理问题

传统的模拟调幅发射机大多是依靠模拟技术进行音频通道信号的处理，目前，虽然部分电路采用了 DSP（数字信号处理）技术，但是不进行特殊的、有针对性的数字化的改造，传输信号还是不能满足 DRM 标准所要求的技术指标。

2. 发射机改造方案要点

中国传媒大学开发的 DRM 适配板能够解决音频通道信号与相位通道信号的时延控制、数字射频激励调制器、音频通道数字信号处理问题这三个方面的技术问题。改造方案是由 DRM 适配板提供发射机所需的数字包络信号和调相载波，将 DX 系列发射机的模拟输入板和 A/D 转换板用中国传媒大学开发的 DRM 适配板取代，通过控制功放模块的开关数量完成模拟和数字调制。针对不同厂家的不同类别的发射机，可对电源部分、控制部分、射频放大单元进行简单调整，就能实现数字化调制功能。通过切换开关实现两种调制方式的切换，既可实现原发射机的模拟调制功能又增加了数字调制功能。改造后通过适配板开关的选择，在需要模拟音频调制时，模拟音频信号送入适配板，转换成功率和调制控制码控制功放单元的开关数量完成模拟调制。在需要 DRM 数字调制时，将经过信源编码和信道编码的 TS 流送入适配板，转换成控制码控制功放单元的开关完成射频载波的幅相调制。在实际改造过程中，我们对陕广的 AM253S5-I、哈广的 GZ-GS25K-Ⅲ发射机进行了改造试验，均获得了成功，均实现了模拟和数字调制。为不同类别的发射机数字调

制改造积累了经验。

2.1 陕广的 AM253S5-I 发射机改造方案要点

取下原发射机的模拟输入板和 A/D 转换板，取下功放保险，在控制板上将功放开关打在“关”的位置上，将 DRM 适配板装在原模拟输入板位置。经过对 DRM 适配板的分析，各插座的功用及连接如下：① X1 是 5pin 插座，为适配板的供电接口，连接发射机低压电源配置板进行供电。② A34X8 插座是射频输出取样频率的输入端，A34X3 插座是分配器采样频率输入端，为适配板提供采样脉冲信号。③ A34X6 插座是适配板的 12 位数字音频输入端，输出数字音频至发射机调制编码板。④ A34X7 插座是适配板故障检测输出端口，提供 +5V 故障、+15V 故障、-15V 故障、变换故障信号到发射机控制板。⑤ X3 插座是发射机电源取样输入端口，连接发射机熔断器板，用于电源补偿和包络故障检测。⑥ A35X6 插座是“音频 + 直流”取样输出端口，该端口提供取样电压到直流稳压电源去调制“B-”电压，“B-”电压改善功放管的开关时间，对射频包络起到补偿作用。⑦ A35X4 插座是适配器功率控制输入端口，连接发射机控制板，接收来自控制板的 12bit 功率控制数据，并将 +15V 故障，电源取样和关闭功放信号传送给控制板。⑧ A35X2 插座是模拟音频信号输入端口，X2 的 DIN1 是数字音频信号输入端口。

发射机各功能板与适配板连接完成后，安装上功放保险，打开功放开关，连接模拟音频和数字音频信号，即完成发射机的改造。

2.2 哈广的 GZ-GS25K- Ⅲ发射机改造方案要点

DRM 适配板在陕广 25KW 发射机上试验成功后，2017 年 3 月份，我们又对哈尔滨广播器材有限责任公司生产的 GZ-GS25K- Ⅲ型发射机进行改造。此类型发射机的不同之处在于采用循环调制和浮动载波技术，同时控制和保护功能由微机实现，省去了控制板上复杂电路。模拟输入板和 A/D 转换板上部分接口的功能不相同，控制板故障报警电路和端口差别也很大，因而对该类型发射机的改造带来了挑战。

经过对两种型号发射机对比分析，我们发现：①哈广发射机的低压配置板提供的电源为 +22V，-22V，+8V，而 762 厂的发射机稍高，为 +24V，-24V，+9V，但总体相当。②哈广发射机不提供射频输出取样频率输出，只提供分配器频率输出。③哈广发射机的模拟输入板上电源采样输入为 X5-8、9，而 762 厂发射机为 X5-8、10。④哈广发射机的模拟输入板“音频 + 直流”输出为 X6-5、7，762 厂发射机为 X6-6、7。⑤哈广发射机模拟输入板的功率控制输入 X4-31 为 -15V 故障，X4-37、39 为空，762 厂发射机为 X4-31 为空，X4-37 为电源采样，X4-39 为功放关闭。

改造中采取的措施：适配板的供电稍低，对工作状态无影响，不进行处理，射频输出取样频率的输入对适配板功能不影响，不用连接。适配板 X3 和 A35X6 插座分别连接相应的发射机连线，哈广发射机的控制板上 -15V 故障诊断电路是针对原来模拟输入板的，现已无意义，故将控制板上 R105 断开，切断该故障诊断电路。适配板 A35X4-39 正常情况下是低电平，如果转变为高电平，则整机会关功放而无功率输出，哈广发射机没有提供此低电平信号，因而此处一直为高电平，导致发射机无功率，所以将 A35X4-39 与 40（地）短接，给发射机人为提供一个低电平控制信号。通过上述措施，发射机完成数字调制改造。

3. 改造完成后的总结

南阳中波转播台进行 DRM 改造的主要用途是应急广播，应急广播的中波传播途径采用 DRM 数字调制广播方式，提高广播的频段有效利用率，改善了中波广播的音质，有效提升了中波的抗杂波干扰能力。DRM 基带编码器能够提供控制指令进行选择性播出控制，内容服务器提供多类型信息发布，拓展了广播应用的领域。

不同类型 DX 发射机的控制和保护接口、各个端口的定义、低压供电电压均有所不同，比如，陕广发射机的低压供电电压要高于哈广和北广的发射机，哈广发射机功率控制输入端口的功能定义与北广发射机的端口功能定义不同等。针对不同发射机的各个端口的功能进行比对和分析，在改造各个类型发射机过程中对发射机的原端口进行调整和更改，对不同的电压进行调整，成功完成了各个类型的发射机和适配器的匹配。该改造工程检验了 DRM 改造方案的兼容性和可操作性，为将来 DX 系列模拟调制发射机的 DRM 数字化改造提供可靠的方案和实践依据。

改造后的发射机既能实现模拟调制又能实现数字调制，通过简单的开关就能改变调制方式，改造后模拟调制模式的有效覆盖范围与改造前的覆盖范围没有明显变化，数字调制模式的有效覆盖范围还有稍微的增大。数字调制模式下的覆盖范围内收听效果得到有效的改善，音质得到很大提高。

数字调制改造后，对数字调制信号进行实际收测，分析后得出数字调制模式下能够取得良好接收效果所需的场强和同频保护率，以及影响数字调制播出效果的多方面影响因素，为将来数字调制播出效果的分析提供了一定的参考。媒

参考文献

[1] 刘亨璋 .DRM 广播链路中的射频发射环节 [J]. 广播与电视技术，2007，34（4）：106-108.

（作者单位：河南省南阳中波转播台）